

**PERUBAHAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS
BETON MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN
GENTENG BERSERAT ALUMINIUM PASCA BAKAR
DENGAN VARIASI WAKTU RENDAMAN AIR**

*The Changes of Compressive Strength and Modulus Elasticity
Aluminium Fiber Concrete with Tile Fragments Aggregate
Post Burning with Time Variation of Water Curing*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS



Disusun Oleh :

TATAS YUKRISDAM
NIM I 0110108

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2015

ABSTRAK

Tatas Yukrisdam, 2014, Perubahan Kuat Desak dan Modulus Elastisitas Beton Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Berserat Aluminium Pasca Bakar dengan Variasi Waktu Rendaman Air. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam perancangan sebuah bangunan syarat utama yang harus dipenuhi adalah keamanan dan kenyamanan strukturnya. Salah satu parameter dari kekuatan struktur adalah kuat desak dan modulus elastisitas elemen struktur tersebut. Kebakaran menyebabkan kerusakan struktural akibat rusaknya material penyusunnya. Diperlukan penelitian terhadap kuat desak dan modulus elastisitas beton pra dan pasca bakar, serta waktu minimal yang dibutuhkan untuk memperbaiki struktur beton pasca bakar sehingga bangunan tersebut dapat digunakan kembali

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan pengujian di laboratorium yaitu mencari nilai kuat desak dan modulus elastisitas beton pra dan pasca bakar pada suhu ruang 500°C , serta mendapatkan data waktu minimal dengan pemulihan kekuatan yang maksimal beton pasca bakar. Agregat yang digunakan adalah pecahan genteng. Serat yang digunakan adalah serat aluminium. Pembakaran benda uji hingga mencapai suhu ruang 500°C . Perawatan ulang dilakukan dengan rendaman air selama 28, 42, 56 hari untuk mendapatkan waktu minimal untuk pemulihan yang maksimal.

Hasil pengujian kuat desak dan modulus elastisitas, beton berserat aluminium memiliki kuat desak dan modulus elastisitas yang lebih baik dari pada tanpa serat aluminium. Pembakaran sampel mengakibatkan penurunan kuat desak dan modulus elastisitas baik beton tanpa serat aluminium dan berserat aluminium karena terjadinya penguapan air beton dan terurainya senyawa CSH. Dengan dilakukan perendaman air dapat meningkatkan kuat desak dan modulus elastisitas beton baik tanpa serat maupun berserat aluminium, karena terisinya kembali air kristal pada CSH, rongga-rongga kosong akibat pengupuan air saat pembakaran dan terbentuknya kristal-kristal CSH baru yang berasal dari reaksi air perendaman dengan semen yang belum terhidrasi pada beton tersebut.

Kata kunci : beton pasca bakar, kuat desak, modulus elastisitas.

ABSTRACT

Tatas Yukrisdam, 2014, The Changes of Compressive Strength and Modulus Elasticity Aluminium Fiber Concrete with Tile Fragments Agregate Post Burning with Time Variation of Water Curing . Thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University Surakarta.

The Planning of building must requirements safety and comfort. One of the power of structure parameters is compressive strength and modulus elasticity. Fire causes damage to structural because of materials. Research is needed to study the compressive strength and modulus elasticity of concrete pre- and post-burned, and minimum time to increase the maximum compressive strength and modulus elasticity of the concrete post-burned.

This study used an experimental method with laboratory test to find the value of a compressive strength and modulus of elasticity of concrete pre- and post-burn 500⁰ C, and the minimum time to increase the maximum compressive strength and modulus elasticity of concrete post-burn. The aggregate is tile fragments. Fibers are using aluminum fibers. The burning of the concrete is done in 500⁰ C. Retreatment with water curing for 28, 42, 56 days to get the minimum time for maximum compressive strength and modulus elasticity of the concrete post-burned.

The results of concrete with aluminum fibers can increase compressive strength and modulus of elasticity. Burning the concrete can decrease the compressive strength and modulus of elasticity because water evaporation and decomposition of CSH. With the recuring can increase the compressive strength and modulus elasticity of concrete, because filled back cristal water in CSH and new CSH crystals from the curing reaction of water with unhydrated cement in concrete.

Keywords: concrete post-burn, compressive strength, modulus of elasticity.

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERUBAHAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS BETON
MENGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG
BERSERAT ALUMINIUM PASCA BAKAR DENGAN VARIASI WAKTU
RENDAMAN AIR**

*The Changes of Compressive Strength and Modulus Elasticity
Aluminium Fiber Concrete with Tile Fragments Aggregate
Post Burning with Time Variation of Water Curing*



DISUSUN OLEH :

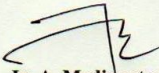
TATAS YUKRISDAM

I0110108

Telah dipertahankan dihadapan tim penguji pendadaran
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I


Ir. A. Mediyanto, MT
NIP. 19620118 199512 1 001

Dosen Pembimbing II


Ir. Mukahar, MSCE.
NIP. 19541004 198503 1 001

**PERUBAHAN KUAT DESAK DAN MODULUS ELASTISITAS
BETON MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN
GENTENG BERSERAT ALUMINIUM PASCA BAKAR
DENGAN VARIASI WAKTU RENDAMAN AIR**

*The Changes of Compressive Strength and Modulus Elasticity
Aluminium Fiber Concrete with Tile Fragments Aggregate
Post Burning with Time Variation of Water Curing*

SKRIPSI

Disusun Oleh :

TATAS YUKRISDAM
NIM. 1 0110108

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada Senin, 12 Januari 2015

1. **Ir. A. Mediyanto, MT**
NIP. 19620118 199512 1 001
2. **Ir. Mukahar, MSCE**
NIP. 19541004 198503 1 001
3. **Ir. Agus Supriyadi, MT**
NIP. 19600322 198803 1 001
4. **Ir. Sunarmasto, MT**
NIP. 19560717 198703 1 003

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Disahkan oleh,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Ir. Bambang Santosa, M.T.
NIP. 195908231986011001

MOTTO

“Jangan katakan menyerah sebelum kita mencoba”

“berusahalah sekuat yang kamu bisa dan jangan menyerah untuk menghadapi semua cobaan”

“ Jika engkau terjatuh karna suatu cobaan, maka bangun dan jalan terus hadapi cobaan tersebut hingga cobaan tersebut tak berani menjatuhkanmu lagi”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Bapak dan Ibuku

"Terima kasih atas segala curahan kasih dan sayang yang telah diberikan kepadaku, semoga aku dapat terus berbakti, membanggakan dan membahagiakan Bapak dan Ibu"

Rima Arismaya

"Terima kasih atas segala dukungan, doa dan semangatnya, semoga kebersamaan kita selama ini tetap terjaga dan tak lekang oleh waktu"

Ir Mediyanto MT & Ir Mukahar MSCE

"Terima kasih atas bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini"

Teman-teman Seperjuangan

"Terima kasih untuk teman-temanku :Hisyam Sibarani, Tandy Afilda M, Achmad Saifudin, Dwi Noor Musafa, Drjirjiz Abdul H, Rochim, Amirudin Akhmad, Derry Handoko, Satya Adi, Guilden Lailatu, Eriria imam S, dan teman-teman sipil 2010 yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini"

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Perubahan Kuat Desak dan Modulus Elastisitas Beton Ringan Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Berserat Aluminium Pasca Bakar dengan Variasi Waktu Rendaman Air”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dengan adanya bantuan dari berbagai pihak dapat terselesaikannya penyusunan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

Pertama, Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf,

Kedua, Pimpinan Jurusan Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf,

Ketiga, Ir Antonius Mediyanto MT selaku dosen pembimbing I,

Keempat, Ir. Mukahar MSCE selaku dosen pembimbing II

Kelima, Tim Dosen Penguji Pendadaran,

Keenam, Staf pengelola/laboran Laboratorium Bahan Bangunan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,

Ketujuh, Rekan-rekan satu kelompok, rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2010 dan semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya bagi penulis sendiri.

Surakarta, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| MOTTO..... | iv |
| PERSEMBAHAN..... | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. DASAR TEORI | 4 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.1.1. <i>Fire Resistance</i> | 4 |
| 2.1.2. <i>Water Curing</i> | 4 |
| 2.1.3. Degradasi Sifat Mekanik Beton Ringan Pasca Bakar..... | 5 |
| 2.1.4. Perubahan Sifat Beton Pasca Dibakar..... | 6 |
| 2.1.5. Gambaran Umum <i>Recovery</i> | 6 |
| 2.2 Landasan Teori | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1. Beton | 8 |
| 2.2.2. Beton Serat | 8 |
| 2.2.3. Material Penyusun Beton Ringan | 10 |
| 2.2.3.1. Semen Portland..... | 10 |
| 2.2.3.2. Agregat..... | 10 |
| 2.2.3.2.1. Agregat Halus..... | 11 |
| 2.2.3.2.2. Agregat Kasar..... | 12 |
| 2.2.3.3. Air..... | 13 |
| 2.2.3.4. Bahan Tambah..... | 13 |
| 2.2.4. Pengaruh Temperatur Tinggi pada Beton | 14 |
| 2.2.5. Sifat-Sifat Beton pada Temperatur Tinggi..... | 16 |
| 2.2.6. Kuat Desak Beton..... | 18 |
| 2.2.7. Modulus Elastisitas..... | 19 |

BAB 3. METODE PENELITIAN21

| | |
|--|----|
| 3.1 Tinjauan Umum | 21 |
| 3.2 Benda Uji..... | 21 |
| 3.3 Alat-Alat yang Digunakan | 23 |
| 3.4 Tahap dan Prosedur Penelitian | 25 |
| 3.5 Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Beton | 29 |
| 3.5.1. Standar Pengujian Agregat Halus..... | 29 |
| 3.5.2. Standar Pengujian Agregat Kasar..... | 29 |
| 3.6 Pengujian Bahan Dasar Beton | 29 |
| 3.6.1. Agregat Halus..... | 30 |
| 3.6.1.1. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus..... | 30 |
| 3.6.1.2. Pengujian Kadar Zat Organik Dalam Agregat Halus..... | 31 |
| 3.6.1.3. Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus..... | 32 |
| 3.6.1.4. Pengujian Gradasi Agregat Halus..... | 34 |
| 3.6.2. Agregat Kasar..... | 35 |
| 3.6.2.1. Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar Pecahan Genteng | 35 |
| 3.6.2.2. Pengujian Gradasi Agregat Kasar Pecahan Genteng | 37 |
| 3.6.2.3. Pengujian Abrasi Agregat Kasar Pecahan Genteng..... | 38 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.7 | Perencanaan Campuran Beton | 40 |
| 3.7.1. | Penentuan Rasio Semen dan Air..... | 40 |
| 3.7.2. | Penentuan Kadar Semen | 41 |
| 3.7.3. | Penentuan Rasio Pecahan Genting Dengan Pasir | 42 |
| 3.7.4. | Kemampatan | 42 |
| 3.7.5. | Pengujian Nilai Slump | 43 |
| 3.8 | Pembuatan Benda Uji | 44 |
| 3.9 | Perawatan Benda Uji | 44 |
| 3.10 | Pembakaran Benda Uji | 45 |
| 3.11 | Pengujian Kuat Desak. | 46 |
| 3.12 | Pengujian Modulus Elastisitas | 47 |
| BAB 4. | ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | 49 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Agregat | 49 |
| 4.1.1 | Hasil Pengujian Agregat Halus..... | 49 |
| 4.1.2 | Hasil Pengujian Agregat Kasar (Pecahan Genteng)..... | 51 |
| 4.2 | Rancang Campur Metode Dreux-Corrise | 53 |
| 4.3 | Hasil Pengujian Nilai Slump | 54 |
| 4.4 | Hasil Pengujian dan Analisis Data..... | 54 |
| 4.4.1 | Hasil Pengujian dan Analisis Kuat Desak Beton | 54 |
| 4.4.2 | Hasil Pengujian dan Analisis Modulus Elastisitas Beton..... | 58 |
| 4.5 | Pembahasan..... | 65 |
| BAB 5. | KESIMPULAN DAN SARAN | 71 |
| 5.1 | Kesimpulan | 71 |
| 5.2 | Saran..... | 72 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 73 |
| | LAMPIRAN A HASIL PENGUJIAN AGREGAT | |
| | LAMPIRAN B PERHITUNGAN METODE <i>DREUX CORRISE</i> | |
| | LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK | |
| | LAMPIRAN D HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS | |
| | LAMPIRAN E DOKUMENTASI | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3.1. Bagan Alir Tahap-Tahap Penelitian | 28 |
| Gambar 3.2. Penentuan Kadar Semen dengan Berbagai Nilai Slump | 41 |
| Gambar 3.3. Penentuan Rasio Kerikil dengan Pasir untuk Berbagai Kadar Semen dan Ukuran Maksimum Besar Butiran Kecil..... | 42 |
| Gambar 4.1. Kurva Daerah Susunan Gradasi Agregat Halus (Pasir)..... | 51 |
| Gambar 4.2. Kurva Daerah Susunan Gradasi Agregat Kasar Pecahan Genteng | 53 |
| Gambar 4.3. Garfik Perubahan Kuat Desak Beton Tanpa Serat dan Berserat Aluminium..... | 57 |
| Gambar 4.4. Grafik Perubahan Berat Beton Tanpa Serat dan Berserat Aluminium pada Pengujian Kuat Desak..... | 57 |
| Gambar 4.5. Hubungan Tegangan Regangan Benda Uji Beton Tanpa Serat..... | 60 |
| Gambar 4.6. Grafik Pengujian Modulus Elastisitas Beton tanpa Serat dan Berserat Aluminium..... | 64 |
| Gambar 4.7. Grafik Perubahan Berat Beton Tanpa Serat dan Berserat Aluminium pada Pengujian MOE..... | 64 |
| Gambar 4.8. Serat Aluminium dalam Beton..... | 65 |
| Gambar 4.9. Aksi Serat Aluminium Bersama Pasta Semen..... | 66 |
| Gambar 4.10. Aksi Pasak dalam Beton..... | 66 |
| Gambar 4.11. Pemodelan Bentuk Fisik dari Hidrasi Semen (Laila Raki, 2010).... | 67 |
| Gambar 4.12. Pemodelan CSH..... | 68 |
| Gambar 4.13. Pemodelan CSH Setelah Dibakar | 69 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Technical Data Sika Viscocrete 5 | 14 |
| Tabel 2.2. Hubungan antar Suhu Warna dan Kondisi Beton Terbakar | 16 |
| Tabel 3.1. Benda Uji | 22 |
| Tabel 3.2. Tabel Perubahan Warna | 32 |
| Tabel 3.3. Nilai koefisien G | 40 |
| Tabel 3.4. Koefisien kemampuan beton untuk berbagai Kondisi nilai <i>slump</i> | 43 |
| Tabel 4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus | 49 |
| Tabel 4.2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus | 50 |
| Tabel 4.3. Hasil Pengujian Agregat Kasar | 51 |
| Tabel 4.4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar | 52 |
| Tabel 4.5. Data Hasil Analisis Penghitungan Kuat Desak Beton Tanpa Serat Alumunium dan Berserat Alumunium | 55 |
| Tabel 4.6. Perubahan Nilai Kuat Desak Beton Tanpa Pembakaran dan Setelah Pembakaran | 56 |
| Tabel 4.7. Perubahan Nilai Kuat Desak Beton Setelah Curing Ulang | 56 |
| Tabel 4.8. Data Hasil Analisis Perhitungan Modulus Elastisitas Beton tanpa Serat Alumunium Sebelum Pembakaran, Setelah Pembakaran dan Setelah Mendapat Perawatan Ulang..... | 62 |
| Tabel 4.9. Data Hasil Analisis Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Serat Alumunium Sebelum Pembakaran, Setelah Pembakaran dan Setelah Mendapat Perawatan Ulang..... | 63 |
| Tabel 4.10. Perubahan Nilai Modulus Elastisitas Beton Setelah Direndam Air | 64 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil Pengujian Agregat

Lampiran B. Perhitungan Rencana Campuran Beton

Lampiran C. Data Hasil Pengujian Kuat Desak

Lampiran D. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Lampiran E. Dokumentasi